

Revisão de literatura

## MANEJO DE DOENÇAS PÓS-COLHEITA

*Rosemberg Ferreira Senhor*

Engº. Agr. Doutorando em Fitopatologia – UFPE Recife – Pe. E-mail: [berg\\_fit@hotmail.com](mailto:berg_fit@hotmail.com)

*Pahlevi Augusto De Souza*

Engº. Agr. D. Sc. em Fitotecnia: UFV. E-mail: [Pahlevi10@hotmail.com](mailto:Pahlevi10@hotmail.com)

Romeu Carvalho Andrade Neto

Engº. Agr. INCRA – ACRE - E-mail: [romeufersa@hotmail.com](mailto:romeufersa@hotmail.com)

*Patrício Borges Maracajá*

Prof. D. Sc. UFERSA.Mossoró – RN E-mail: [patricio@ufersa.edu.br](mailto:patricio@ufersa.edu.br)

*Francisco Jozivan do Nascimento*

Engenheiro Agrônomo, M. SC. em Agronomia, Universidade Federal Rural do Semi-árido (UFERSA), Mossoró, RN.

**RESUMO:** Nesta revisão tentamos mostrar a importância de um manejo pós colheita de doenças de frutas, observando os aspectos ecológicos, os tipos e mecanismos e as medidas alternativas, para a que estes frutos alcancem o mercado economicamente viável.

**Palavras chaves:** fitomoléstias, doenças de pos colheita, fruticultura

## GESTIÓN DE POST-COSECHA DE ENFERMEDADES

**RESUMEN:** En esta revisión tratamos nuestra la importancia de una gestión de enfermedades de postcosecha de frutas, observando los aspectos ecológicos, los tipos y los mecanismos y medidas alternativas para estas frutas en el mercado viables.

**Palabras clave:** fitomoléstias, las enfermedades de post-cosecha, la producción de frutas

## MANAGEMENT OF POST-HARVEST DISEASES

**ABSTRACT:** In this review we try to show the importance of a management post harvest diseases of fruit, noting the ecological aspects, the types and mechanisms and alternative measures for these fruits reach the market viable.

**Keywords:** fitomoléstias, diseases of post-harvest, fruit production

## INTRODUÇÃO

O Brasil é um dos maiores produtores agrícolas do mundo ocupando o terceiro lugar no *ranking* mundial em produção de frutas frescas no ano de 2002. Apesar da produção de frutas frescas brasileiras ocupar o terceiro lugar no *ranking* mundial com 43 milhões de toneladas no ano de 2002, a exportação de frutas frescas brasileiras tem crescido muito lentamente (ANDRIGUETO e KOSOSKI, 2003), porém a agricultura brasileira enfrenta sérios problemas, especialmente de ordem fitossanitária, nas fases de produção

e pós-colheita, que limitam a sua inserção no mercado internacional.

Segundo Chitarra (1998) a aparência é o atributo de qualidade mais importante, pois determina o valor de comercialização das hortaliças. Em produtos olerícolas, a qualidade é determinada pelas características físicas, como cor, tamanho, forma, defeitos e deteriorações. Nos dias atuais, sabe-se que as características de produção estão intimamente ligadas aos fatores pré-colheita. Desta forma o sistema de produção deve ser bem caracterizado direcionando-se para o destino final do produto, uma vez

que a qualidade final do produto na época de colheita e pós-colheita, está relacionada com numerosos fatores que devem ser observados nas práticas culturais, tais como: semeadura, espaçamento, irrigação, fertilização, seleção de variedades, aspectos fitossanitários, clima, dentre outros mais (CHITARRA, 1990).

Apesar da rápida expansão da agricultura brasileira, alguns segmentos da cadeia produtiva são muito frágeis e pouco estudados, como é o caso da patologia pós-colheita. Os patógenos, principalmente, os quiescentes em pós-colheita, têm causado bastante transtorno aos atacadistas, varejistas e principalmente aos importadores de frutos, podendo causar perdas drásticas (SOMMER, 2002). De modo geral as perdas pós-colheita são de difícil controle e têm sido responsáveis por grande porcentagem de perdas de produtos colhidos (MORANDI, 2002). Conforme Benato (2002) as perdas em pós-colheita em frutos tropicais e subtropicais, na maioria dos países em desenvolvimento, oscilam entre 20 e 80%.

O controle de doenças pós-colheita deve ser iniciado ainda no campo, na fase de desenvolvimento dos frutos, para evitar a sua contaminação e posterior aparecimento de podridões (RITZINGER, 2000). Segundo Benato et al. (2001) vários métodos de controle se aplicam de forma única ou integrada, para atingir doenças de frutos pós-colheita, as quais, geralmente, são afetadas por mais de um patógeno. Conforme Nisperos e Baldwin (1996) várias substâncias menos tóxicas como os potabilizadores de água, alguns fertilizantes, cera comestível, derivados de celulose e quitosan (chitosan) podem ser utilizados não só para a preservação fisiológica dos frutos mas também para a redução da incidência de patógenos causadores de deterioração em pós-colheita.

## ASPECTOS ECOLÓGICOS DAS DOENÇAS PÓS-COLHEITA

Os frutos, assim como as sementes e flores estão expostas a muitos microrganismos embora a maioria não consiga causar doença. Os fitopatógenos, freqüentemente, infectam frutos imaturos causando, inicialmente prejuízos menores, que aumentam gradativamente durante o amadurecimento. Os frutos são protegidos por mudanças estruturais e fisiológicas que ocorrem durante o processo de amadurecimento (PRUSKY e KEEN, 1993). As doenças pós-colheita podem iniciar no campo, durante a ontogenia do fruto, ou surgirem depois da colheita, com a maturação fisiológica. Segundo Prusky (1996) as infecções quiescentes podem infectar os frutos em qualquer estágio de desenvolvimento dos mesmos, na planta.

A ocorrência de injúrias também pode expor frutas e hortaliças a diversas podridões pós-colheita (RUSHING, 1995). Propágulos de bactérias e fungos infectantes são

freqüentemente abundantes na superfície das mesmas e a germinação é estimulada quando ocorrem injúrias que expõem os nutrientes e a umidade, essenciais ao seu desenvolvimento. Muitos patógenos, como o fungo causador da podridão-parda, só penetram nos tecidos vegetais através de injúrias, tais como perfurações, cortes, abrasões e amassamentos, que são danos comuns que ocorrem durante a colheita e manuseio dos produtos hortícolas, levando-os à deterioração (BERGAMIM FILHO e AMORIM, 1996).

Os fungos são os principais microrganismos causadores de doenças em frutas pós-colheita, os quais são *Alternaria*, *Aspergillus*, *Botrytis*, *Ceratocystis*, *Cladosporium*, *Colletotrichum*, *Fusarium*, *Geotrichum*, *Lasiodiplodia*, *Monilinia*, *Mucor*, *Penicillium*, *Pestalotiopsis*, *Phoma*, *Phomopsis*, *Phytophthora* e *Rhizopus*. Entre as bactérias que podem causar danos as frutas, incluem-se espécies de *Erwinia*, *Pseudomonas*, *Xanthomonas*, *Acetobacter* e *Enterobacter*. Leveduras, como *Cândida* e *saccharomyces*. Danos causados por vírus em frutas são geralmente verificados antes da colheita permitindo a seleção destas na colheita (BENATO; CIA e SOUZA, 2001).

## TIPOS DE CONTROLE

Em meados da década de 20 Whetzel e seus colaboradores sistematizaram os métodos de controle, até então conhecidos, agrupando-os inicialmente em quatro princípios, onde posteriormente, fora acrescentado mais três resultando num total de sete princípios a saber: Evasão, Exclusão, erradicação, proteção, imunização, terapia e regulação. Os princípios de controle são a base para as medidas de controle. Assim têm-se os métodos de controle cultural, físico, biológico, genético, químico e o manejo integrado desses métodos (KIMATI e BERGAMIN FILHO, 1995). Embora haja uma série de métodos de controle de doenças utilizados em pós-colheita, nessa revisão vamos nos restringir aos principais métodos utilizados, os quais são: controle biológico, controle físico e o químico e manejo integrado de doenças.

No que se refere ao controle genético, este não tem sido muito utilizado em condições de pós-colheita de frutos. O emprego de cultivares geneticamente resistentes no controle de doenças de plantas significa um grande avanço da agricultura. O uso de cultivares resistentes é um método de controle de simples aplicação e barato (CAMARGO e BERGAMIN FILHO, 1995).

As companhias produtoras de sementes concentram grandes esforços visando obter cultivares resistentes a, praticamente, todas as doenças, porém o uso da resistência genética para as podridões pós-colheita de grãos é uma tarefa difícil (REIS et al., 2004).

### **Manejo integrado**

Apesar de não ser um conceito novo, o manejo integrado de doenças é invariavelmente relegado a um segundo plano em função da confiança excessiva nos fungicidas. Porém, o cenário mercadológico internacional sinaliza que cada vez mais será valorizado o aspecto qualitativo e o respeito ao meio ambiente na produção de produtos alimentícios (ANDRIGUETO e KOSOSOKI, 2003).

O manejo integrado de doenças, na fruticultura, tornou-se componente fundamental da produção integrada de frutas, buscando uma produção de qualidade e redução do uso de agrotóxicos, visando a preservação da saúde da população e a sustentabilidade do sistema (ZAMBOLIM, 2002).

A vida de prateleira dos produtos hortícolas se vê limitada principalmente pelo aparecimento de alterações fisiológicas e pelo ataque de patógenos, que depreciam o valor comercial dos produtos (ZACARIAS, 1993). Por isso vários métodos de controle se aplicam de forma única ou integrada, para atingir doenças de frutas pós-colheita, as quais, geralmente, são afetadas por mais de um patógeno. No manejo integrado deve ser realizada a aplicação de um número maior de medidas priorizando os métodos naturais, biológicos e biotecnológicos, uma vez que estes métodos causam menor impacto ao meio ambiente, sendo a utilização de agrotóxico quando absolutamente necessária e oportuna, escolhendo aqueles mais específicos. As estratégias de controle de doenças pós-colheita em frutos compreendem em quatro objetivos práticos: 1) redução do potencial de inóculo que pode ser feita através da eliminação dos restos culturais; manejo e tratamento fitossanitário adequados em pré-colheita; sanitização das câmaras frias, água de lavagem dos frutos; seleção rigorosa dos frutos e evitar danos mecânicos; 2) supressão do desenvolvimento de podridões; 3) inativação de infecções por ferimentos e 4) prevenção e erradicação (ECKERT e OGAWA, 1985)

### **Controle químico**

Embora existam diversos métodos para o manejo de doenças e seus danos em plantas, o método mais comum é o controle químico com fungicidas, de uso relativamente fácil se comparado a outros métodos, e que freqüentemente propicia resultados efetivos (PRESTES, 2003).

Atualmente, os patógenos em pós-colheita são controlados, principalmente, pela aplicação massiva de fungicidas. Os defensivos agrícolas são introduzidos no meio obedecendo a critérios técnicos e têm por objetivo impedir a ação direta ou indireta de formas de vida vegetal ou animal prejudicial à saúde (BAPTISTA, 1999). Os métodos químicos atuam sobre patógenos de ferimentos ou sobre aqueles de infecção quiescente e possuem a grande

vantagem de seu efeito residual garantir proteção durante o armazenamento prolongado dos frutos (BENATO et al. 2001).

O controle das doenças, com agrotóxicos visa à interposição de uma barreira efetiva entre as partes suscetíveis das plantas e o inóculo do patógeno, evitando ou reduzindo a taxa de penetração e de colonização nos tecidos do hospedeiro, essa pode ser por fungicida de contato ou protetor ou pelos sistêmicos ou curativos (VENTURA, 2003). Dentre os fungicidas de contatos podemos citar o ortofenilfenol, já entre os sistêmicos pode-se citar produtos do grupo dos benzimidazoles, o thiabendazole, do grupo imidazole, prochloraz e o imazalil (BENATO; CIA e SOUZA, 2001). Uma vez que os fungicidas são as principais ferramentas no manejo químico das doenças de plantas e têm sido utilizados por um longo tempo (PRESTE, 2003). Os agrotóxicos sistêmicos agem de forma curativa, em função da sua capacidade de penetração e translocação dentro da planta, no entanto, pode ser verificado nesses tipos de produto além do efeito de imunização, também o de proteção, pois a maior parte dos resíduos fica depositada no exterior dos frutos. Efetivamente, todos os fungicidas sistêmicos inibem, seletivamente, processos metabólicos específicos, compartilhado apenas por grupos restritos de fungos, atuando tão somente contra os patógenos desejados. A alta especificidade de ação leva à alta fungitoxidade, aliada à absorção e à capacidade de translocação que leva ao efeito sistêmico (KIMATI et al., 1995).

O tratamento de sementes com fungicidas tem como objetivos controlar e/ou erradicar os fungos associados às sementes, proteger a semente em germinação e/ou a plântula contra o ataque de fungos (PINTO, 1998). Assim, o tratamento de sementes deve apresentar uma eficiência tal que erradique ou reduza os patógenos nas sementes, no entanto, a nível comercial esses tratamentos não têm sido satisfatório, no entanto, a sua eficácia tem sido melhorada pelo uso da mistura de fungicidas (REIS et al., 2004). Os fungicidas mais usados no tratamento de sementes são thiram e captan. Esse tratamento pode ser feito por via seca ou úmida. No tratamento por via seca as sementes são expostas à quantidade de fungicidas e rigorosamente misturadas, para aumentar a eficiência do produto. É recomendado acrescentar espalhante adesivo que força a adesão do pó ao substrato. No caso do tratamento úmido, as sementes são imersas em uma solução fúngica por um tempo determinado, e depois são postas para secar até o nível de umidade adequado. Atualmente existe tecnologia que permite a aplicação de fungicida na forma pastosa 'paletizando' a semente, há também, equipamentos que aplicam os produtos veiculados em substâncias voláteis (KIMATI et al., 1995). Segundo Reis et al. (2004) o ácido propiônico tem sido o produto mais eficiente e mais amplamente utilizado no controle de grãos armazenados. A sua vantagem é que o milho pode ser armazenado com

níveis, relativamente, altos de umidade. O fungicida thiabendazole, em baixa concentração, tem sido usado com eficiência na proteção dos grãos contra os fungos durante o processo de secagem e armazenamento. O método químico apesar de ser utilizado desde o século XIX, no caso, de fitobactérias não tem mostrado bons resultados, pois os produtos químicos, completamente inócuos a semente é altamente efetivo contra os patógenos bacterianos que se situam apenas na casca das sementes, sem infectá-las. Ex: *Xanthomonas campestris* pv. *orazae* de sementes de arroz, empregando o cloreto de trifenila (brestanol) e Trissulfato metano-propil 2 hidroxí (HPMTS).

Várias doenças acometem na pós-colheita, provocando perdas na ordem de 30%. Entre essas doenças, a antracnose causada por *Colletotrichum gloeosporioides* Penz é a mais expressiva. No Brasil, o controle da antracnose e de outras doenças da manga em pós-colheita, vem sendo feito pela imersão dos frutos durante 5 minutos, em água quente a 55°C, acrescida de benomil a 0,1% ou thiabendazole a 0,2% (JUNQUEIRA et al., 2002). Outro patógeno de ocorrência mundial e de grande importância em pós-colheita é o *Penicillium expansum* que causa danos na ordem de 90%. Podendo este patógeno ser controlado pela ação antifúngica dos fosfitos.

Binotti et al. (2003) trabalhando com maracujá obteve redução da murcha e podridão do maracujá quando se utilizou Prochloraz-1000 µL.L<sup>-1</sup>, imersão por 3 min (P); P + embalagem de PVC (11µm). Já Martins et al. (2003) constatou que os fungicidas thiabendazole (115,20ml/100L de água) e cloreto de benzolcônio (40ml/100L de água) não foram eficientes no controle do fungo *Phytophthora* sp. que colonizou o fermento do corte da almofada dos buquês em banana “prata anã”.

Contudo, alguns fungicidas foram proibidos pela Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos, ou por outros países da União Européia, para alguns ou todos os usos em pós-colheita. Os exportadores devem se preocupar também com a legislação vigente no país importador sobre os produtos fitossanitários permitidos e os respectivos níveis de resíduo. Mas é cada vez mais evidente a restrição ao uso de defensivos em pós-colheita, a preocupação com a segurança do alimento e o impacto ambiental (BENATO; CIA e SOUZA, 2001).

### Controle biológico

Alternativas no controle de doenças pós-colheita vêm sendo estudadas, e entre elas cita-se o controle biológico. A utilização dos organismos antagonistas como ‘fungicidas vivos’ é de uso recente em pós-colheita, entretanto, parece que o controle de doenças pós-colheita através de organismos vivos não é tão eficaz quanto os fungicidas sistêmicos. Porém são poucos os produtos

fitossanitários existentes no mercado. Surge, então, a necessidade de combinar diferentes organismos antagonistas com outras formas de controle biológico, como elicitores de respostas de defesa e fungicidas naturais. No mercado existem alguns biocidas comerciais para uso em pós-colheita de frutos nos Estados Unidos da América (BENATO, CIA e SOUZA, 2001). O controle biológico de doenças pós-colheita tem mostrado bons resultados (VALDEBENITO-SANHUEZA e CATTANIO, 2001). Ele pode ser realizado durante o ciclo da cultura ou após a colheita. O controle, ainda no campo, tem por objetivo evitar a penetração de patógenos nos tecidos e o seu posterior desenvolvimento no período de armazenamento. Já o controle após a colheita tem como objetivo evitar que os patógenos latentes causem podridões e impedir novas infecções. Em condições de pós-colheita é possível realizar o controle por ser economicamente viável, haver limitação de superfície de aplicação dos antagonistas e capacidade de controlar as condições ambientais (BETTIOL e GHINI, 1995). A seleção dos antagonistas para a atuação em condições de pós-colheita deve-se considerar a capacidade do patógeno de penetrar diretamente pela cutícula intacta do hospedeiro, por ferimentos ou por aberturas naturais, além do caso de infecção quiescente (BENATO, 1999). Os antagonistas podem exibir uma rápida taxa de crescimento podendo, utilizar efetivamente nutrientes a baixas concentrações e sobreviver e desenvolver na superfície da fruta ou no local de infecção sob temperatura, pH ou condições osmóticas que são desfavoráveis para o crescimento do patógeno (WILSON et al., 1991), ser geneticamente estável, não patogênico ao hospedeiro, efetivo a baixas concentrações, amplo espectro de ação, fácil aplicação e não produzir substâncias tóxicas ao homem e serem resistentes aos pesticidas (BENATO, 1999).

As primeiras avaliações de antagonistas relatadas incluíram fungos filamentosos epífitas como *Trichoderma* spp., posteriormente, se testou bactérias (*Pseudomonas*) e leveduras (*Candida*, *Debaryomices*, *Cryptococcus* e *Rhodotorula*). Os agentes de controle biológico encontram-se em dificuldade entre o laboratório e a comercialização, devido a problemas de inefetividade quando sujeitos à ambientes “não controlados” do campo e a ausência de incentivo econômico para o desenvolvimento de tecnologia necessária ao seu uso (BENATO, CIA e SOUZA, 2001).

A maioria dos trabalhos realizados, em condições de pós-colheita, tem sido com frutas, principalmente, as de clima temperado, tais como pêra, maçã, pêssego dentre outras frutas. Blum Et al. (2001) trabalhando com o controle biológico de doenças em maçãs e pêras têm evidenciado resultados satisfatórios.

Os microrganismos foram registrados para o controle de alguns patógenos de diversas espécies de frutas como mostrado na tabela abaixo.

**Tabela 1:** Registro de controle biológico em pós-colheita

Fruta	Doença	Agente biológico
Maçã	Mofo azul	<i>Pseudomonas syringae</i>
	Mofo azul	<i>Pseudomonas cepacia</i>
	Mofo azul	<i>Cryptococcus spp.</i>
	Mofo azul	<i>Pichia guilhermondii</i>
	Mofo cinza	<i>Pichia guilhermondii</i>
	Mofo cinza	<i>Pseudomonas cepacia</i>
	Mofo cinza	<i>C. laurentii</i>
	Mofo cinza	<i>C. flavus, C. albidus</i>
	Mofo cinza	<i>Acremonium breve</i>
	Podridão de Mucor	<i>Pseudomonas cepacia</i>
Citros	mofo verde	<i>Pichia guilhermondii</i>
	mofo verde	<i>Bacillus subtilis</i>
	Mofo azul	<i>Pichia guilhermondii</i>
	podridão peduncular	<i>Bacillus subtilis</i>
Pêra	Mofo azul	<i>Pseudomonas cepacia</i>
	Mofo cinza	<i>Pseudomonas cepacia</i>
	Mofo cinza	<i>Pseudomona gladioli</i>
	Podridão de Mucor	<i>C. laurentii</i>
Nectaria	Podridão parda	<i>C. flavus, C. albidus, Bacillus subtilis</i>
Pêssego	Podridão parda	<i>Bacillus subtilis</i>
	Podridão de Rhizopus	<i>Enterobacter cloacae</i>
Ameixa	Podridão parda	<i>trichoderma harzianum</i>
Uva	Mofo cinza	<i>Pichia guilhermondii</i>
	Mofo cinza	<i>Pichia guilhermondii</i>
Abacaxi	Podridão de Penicillium	Raça atenuada de <i>Penicillium</i>

Tanaka (1994), obteve resultados positivos ao utilizar isolados de *Trichoderma spp.*, como antagonista no controle de *C. gossypii* var. *cephalosporioides* em sementes de algodão, reduzindo o inóculo e, conseqüentemente, a transmissão do patógeno semente-plântula.

O mofo azul causado por *Penicillium expansum*, de ocorrência mundial, provoca perdas em todas as regiões produtoras de maçã (*Malus domestica*) (JONES & ALDWINCKLE, 1990). Esta doença, antes do advento do armazenamento de maçãs em câmaras frias com atmosfera controlada, foi responsável por até 90% das perdas com podridões pós-colheita.

De interesse particular são as leveduras, que podem colonizar uma superfície por longos períodos dentro de condições secas, produzindo polissacarídeos extra celulares, que permitem a sua sobrevivência e restringem o local de colonização e a taxa de germinação dos fungos, usar

rapidamente os nutrientes e proliferar-se (BENATO; CIA e SOUZA, 2001).

A aplicação por imersão em pós-colheita de *Cryptococcus laurentii* reduz a podridão em maçãs, causada por *Penicillium expansum* (DEZANET, 2002).

#### Controle Físico

Os métodos físicos podem atuar diretamente sobre os patógenos, bem como, de modo indireto, atuando sobre a fisiologia da fruta, retardando o amadurecimento e, conseqüentemente, mantendo a resistência da fruta (BENATO, 1999). Nesta modalidade de controle são utilizados vários agentes físicos para reduzir o inóculo ou o desenvolvimento das doenças. Os principais são a temperatura, a radiação, a ventilação e a luz (GHINI e BETTIOL, 1995).

## Refrigeração

A refrigeração é o processo mais indicado para prolongar a vida útil pós-colheita de frutos e hortaliças, recomendando-se o armazenamento de abacaxi de 10°C, de manga à 12°, banana à 14°C, mamão à 10°C e uva à 0°C (KADER, 1992). A temperatura é geralmente o fator ambiental mais importante, quando se referem à qualidade pós-colheita de frutos, vegetais e flores (WATADA e QI, 1999). Entretanto, não controla totalmente as podridões, sendo indicada em combinação aplicação de fungicidas. O efeito inibidor da temperatura sobre os patógenos é bastante variável, por exemplo, temperaturas inferiores a 10°C inibem o desenvolvimento de *Colletotrichum*, *Aspergillus* e *Phytophthora*, porém, *Botrytis cinerea* se desenvolve, ainda que lentamente, a 0°C. Apesar da refrigeração aumentar a vida de prateleira da maioria das flores comestíveis, existem algumas que são sensíveis à injúria pelo frio. Algumas espécies de plantas quando armazenadas à 8 e 10°C mostraram-se suscetíveis a injúria pelo frio (LANGE e CAMERON, 1994). Conforme Kader (1992) outro aspecto de grande importância é a rapidez na aplicação do pré-resfriamento, pois quanto mais rápido for o resfriamento, maior será o efeito da temperatura no controle de desenvolvimento das podridões.

## Modificação da atmosfera

A atmosfera ao redor das frutas pode sofrer alterações com a redução do oxigênio (O<sub>2</sub>), aumento de dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>), ou ambos. O monitoramento das concentrações dos gases na câmara de armazenamento das frutas denomina-se atmosfera controlada (AC), enquanto atmosfera modificada (AM) é o termo usado para as modificações de atmosfera proporcionadas por embalagens plásticas, ceras, entre outras. Podendo ser ativa – Com injeção de mistura gasosa no interior da embalagem das frutas, ou passiva – Com modificação da atmosfera em função da respiração da fruta e da permeabilidade da embalagem, durante o armazenamento ou transporte. (KADER, 1992).

A utilização de atmosfera modificada tem proporcionado sucesso na conservação de frutos e hortaliças. Nesse processo, a atmosfera no interior da embalagem é alterada pelo uso de filmes de polietileno, como o cloreto de polivinil (PVC), que se caracteriza por apresentar boa barreira ao vapor d'água e permeabilidade seletiva relativa a O<sub>2</sub> e CO<sub>2</sub> (KADER et al., 1989). Esse tipo de filme permite que a concentração de CO<sub>2</sub>, proveniente da respiração aumente, e a concentração de O<sub>2</sub> diminua, pelo processo respiratório (CHITARRA e CHITARRA, 1990). Com isso, o metabolismo do fruto é reduzido e sua vida útil pós-colheita pode ser prolongada efetivamente.

Os efeitos da diminuição da concentração de O<sub>2</sub> e aumento de CO<sub>2</sub>, ou ambos, no crescimento *in vitro* de microrganismos, pode algumas vezes servir como base para avaliação dos efeitos da composição atmosféricas nos tecidos infectados das frutas. Entretanto, o crescimento de um patógeno nos tecidos de um hospedeiro, pode diferir de seu crescimento dentro de condições *IN VITRO*, como resultado da interação entre patógeno e hospedeiro (BENATO; CIA e SOUZA, 2001).

A atmosfera modificada é uma tecnologia bastante versátil e aplicável para vários tipos de frutos e vegetais, sendo relativamente simples e de baixo custo (JIANG et al., 2001). O uso da atmosfera controlada (AC) é uma técnica muito utilizada na América Central durante o transporte de frutos para a América do Norte e Europa. Frutos transportados em AC apresentam retardamento da perda da cor verde na casca, maior firmeza de polpa e menor taxa respiratória e teor de sólidos solúveis totais (MADRID e LOPEZ-LEE, 1996). Porém, o transporte em atmosfera controlada exige uma estrutura sofisticada e de elevado custo.

Kader (1992) mostrou que a elevação de CO<sub>2</sub> na atmosfera para níveis em torno de 5 %, suprime a respiração da fruta, porém níveis elevados de CO<sub>2</sub> podem causar distúrbios fisiológicos, estando relacionado com o tempo e a temperatura de armazenamento. Assim, as frutas toleram altos níveis de CO<sub>2</sub> (>20%) por alguns dias sob baixas temperaturas, no entanto, em altas concentrações não são toleradas em armazenamento prolongado. Onde o efeito da combinação de baixos níveis de O<sub>2</sub> e altos de CO<sub>2</sub> pode ser aditivo.

Benato et al. (dados não publicados) constataram controle efetivo da atmosfera controlada sobre *Botrytis cinerea*, em uva inoculada e submetida à diferentes combinações de atmosfera controlada a 0°C / 95% U.R. durante 90 dias, sendo que as melhores concentrações foram 8 % CO<sub>2</sub> + 3 % O<sub>2</sub> e 5 % CO<sub>2</sub> + 5% O<sub>2</sub>.

## Tratamento térmico

Esse tipo de tratamento empregado para o tratamento em frutos pode ser: hidrotérmico, vapor aquecido e ar aquecido. Segundo Benato; Cia e Souza (2001), o tratamento térmico, embora recomendado para uma série de frutos é comercialmente utilizados em ma,ao em manga, respectivamente, a 47-49 °C/20 min e 50 °C/10 min ou 55 °C/5 min, visando controle de podridões, principalmente da antracnose. Visto que o tratamento hidrotérmico apresenta variação quanto à eficiência no controle de podridões, muitas alternativas de temperatura, tempo e método continua sendo testadas para frutas utilizado. O controle físico, através do tratamento térmico, em alguns casos pode ser usado em sementes, como no térmico em sementes de tomateiro (KIMATI, et al., 1995).

O método de vapor aquecido consiste do aquecimento da fruta com ar úmido saturado com vapor de água a temperaturas de 40 a 50 °C. A transferência de calor ocorre pela condensação do vapor d'água na superfície da fruta, sendo empregado, principalmente, para o controle das moscas das frutas em mamão (*Dacus dorsalis* hendel), melão, manga (*Dacus cucurbitae* Coquiliet) e carambola (*Anastrepha suspensa* Loew). O tratamento por ar aquecido consiste na deposição da fruta em câmaras aquecidas com ventilação constante ou, da aplicação de ar quente forçado, na qual a velocidade de circulação do ar é precisamente controlada. Este método é mais lento quando comparado ao hidrotérmico ou vapor aquecido (BENATO; CIA e SOUZA, 2001).

O tratamento térmico, embora apresente boa eficiência no controle de podridões pós-colheita de diversas frutas, tem a desvantagem de não ter efeito residual, requerendo a combinação de com outros métodos de controle, no caso de produtos destinados a longo período de armazenamento. No caso de sementes não vem sendo muito utilizado devido as altas temperaturas matarem ou inibirem o desenvolvimento do embrião.

### Irradiação

Para que a irradiação possa ser utilizada no manuseio pós-colheita, o hospedeiro precisa ser consideravelmente mais tolerante à radiação do que o patógeno. As radiações podem ser eletromagnéticas como raios gama e raios-X, ou elétrons acelerados. O tratamento consiste na exposição dos produtos a uma fonte de radiação, isto é, uma fonte de isótopos utilizando Cobalto-60 ou Césio 137, sendo o produto exposto por um período suficiente para que ocorra a absorção de uma dose requerida de raios gama ou raios X (BENATO; CIA e SOUZA, 2001). O uso de elétrons acelerados é limitado aos tratamentos de superfícies, devido ao baixo poder de penetração nos tecidos (CHITARRA e CHITARRA, 1990).

A luz ultravioleta (UV) representa uma alternativa para reduzir a aplicação de produtos químicos, evitando resíduos de pesticidas no ambiente e nos alimentos. A inibição do desenvolvimento de doenças pelo tratamento com UV pode estar relacionada com a indução de mecanismos internos de defesa do fruto, com o efeito germicida da iluminação UV ou com o atraso no processo de amadurecimento (RODOV et al., 1992). Contudo no Brasil, não são comuns trabalhos referentes à utilização da luz ultravioleta no controle de podridão pós-colheita. As radiações ionizantes induzem pequenas alterações fisiológicas, principalmente em frutos, fazendo com que haja diminuição ou mesmo paralisação dos processos de maturação (LIMA e DURIGAN, 2000).

Em recente pesquisa, o grupo de Tecnologia Pós-Colheita do FRUTHOTEC/ITAL constatou que a aplicação

da luz ultravioleta (UV-C, 254 nm) em frutos de maracujá-amarelo se mostrou eficiente no controle de doenças fúngicas (Binotti et al., 2002). A luz ultravioleta tem sido utilizada no controle de podridões pós-colheita de pêssegos (COUTINHO et al., 2001), maçãs (SANHUEZA e MAIA, 2001).

Uva "Itália" com *Botrytis cinerea* inoculada, foi submetida a diferentes concentrações de irradiação 0,5; 1,0; 1,5; 2,0 KGy, aonde resultou num controle efetivo da doença em todas as dosagens testadas quando comparada com a testemunha (BENATO, 1999).

Estudos realizados para o controle de doenças e aumento da vida de prateleira dos produtos têm demonstrado que as doses de radiação entre 150 e 200 Krad ou, 1,5 e 2,0 KGy e, em alguns casos, dosagens de 300 Krad ou 3 KGy, têm sido eficientes no controle de doenças em diversos produtos. Entretanto doses iguais ou superiores a 150 Krad podem alterar a fisiologia dos produtos, causando escurecimento, amaciamento, amadurecimento anormal ou perda de sabor ou aroma (CHITARRA e CHITARRA, 1990).

No Brasil existem algumas empresas que operam, comercialmente, com a radiação através do Cobalto 60 para fins de esterilização de produtos cirúrgicos, e alguns institutos de pesquisa que trabalham com prestação de serviços e pesquisas em frutos, hortaliças, raízes e tubérculos. Contudo, a irradiação é um processo caro e com certa restrição por parte dos consumidores (BENATO; CIA e SOUZA, 2001).

## MECANISMOS DE CONTROLE

### Modo de ação dos químicos

O primeiro grupo de fungicidas inclui os fungicidas clássicos, com modo de ação não-específica, já os modernos, são os de ação específica. Aqueles de ação não-específica são considerados como inibidores de sítios múltiplos e os fungicidas com modo de ação específica são chamados de inibidores de sítio de ação simples. Esses incluem os de primeira e segunda geração que apresentam mais de um modo de ação (PRESTES, 2003).

Dentre os produtos com modo de ação não-específica estão incluídos os fungicidas clássicos como os compostos à base de Cobre, de enxofre e os Ditiocarbamatos. Estes produtos não conferem ação sistêmica, e cada um deles possui mais de um mecanismo de ação. Segundo Koller (1998) o principal mecanismo de fungitoxidade desses produtos de ação não-específica é de atuar no resíduo da tiol cisteína e no bloqueio dos resíduos essenciais da cisteína. No entanto, com o seu potencial pode afetar um grande número de situações bioquímicas na

parede celular dos fungos, além de induzir pouca ou nenhuma resistência aos organismos. Fungicidas com modo de ação específica apresentam um único modo de ação contra a célula fúngica. Onde sua ação simples está ligada ao risco de resistência do patógeno, além da adaptação dos isolados resistentes na natureza (BRENT, 1995).

Há várias teorias sobre o modo de ação dos fungicidas, aonde Koller (1998) sumarizou várias explicações da ação antifúngica do enxofre elementar, notando a sua plausível transformação em dióxido de enxofre via oxidação quando em contato com o ar, e em contato com a umidade é formado o ácido sulfúrico.

Os vários grupos de fungicidas existentes conferem diversos modos de reação quando na interação com os microrganismos. O grupo de fungicidas cúpricos e organometais tem como mecanismo de reação fungicida, os íons de cobre que são passivamente absorvidos nas células e, por isso, acumula-se no fungo, afetando a dispersão de esporos. Fato este ligado a desnaturação de proteínas e enzimas (KOLLER, 1998). O grupo dos ditiocarbamatos, apresenta diferentes mecanismos de ação nos microrganismos. A alta atividade das substâncias químicas desta classe de fungicida é inerente ao  $-C(=S)S-$  grupo. Os dimetilcarbamatos não têm seu modo de ação totalmente esclarecido, mas sabe-se que membros deste grupo formam um complexo com o cobre e inibe a piruvato desidrogenase, a oxoglutarato, desidrogenase e a enzima succinato desidrogenase, já os fungicidas etilenobisditiocarbamatos também não foi completamente elucidado, sendo relacionados a vários sítios. O modo mais provável está associado com o isotiocinato e/ou radicais de sulfeto de carbono. São efetivos quando inibem as enzimas ou funções celulares que interagem com o grupo sulfidril de proteínas. O grupo dos triclorometiltiocarboximidás tem como principal representante o captan, que é bastante utilizado no tratamento de sementes. A ação fungitóxica deste grupo é inerente ao grupo- $NSCCL_3$  no captan, no catafol e em outros membros. Estes compostos reagem com tiol celular, como as glutanases na fase inicial de sua atividade e da ligação dissipada desulfenil, assim esses produtos formam cíclico imida ou diclofuanida, sulfamida tolfluanida, e dissulfeto relacionados ao grupo tiol. A estrutura de trialometiltio liberada pode ser diretamente transferida para diferentes partes da célula, podendo também formar tiofosgene pela perda da clorina. A reatividade que causa a adição de tiois e a formação de estrutura de trialotio são reconhecidas como a base da fungitoxidade. E finalmente, se destacam os fungicidas do grupo guanidinas, esses são de uso preventivo e curativo e tem como característica impotante é que não se hidrolisam rapidamente. O seu modo de ação primária ocorre ao afetar a estrutura da membrana através da atividade detergente e da mudança de permeabilidade da membrana celular, sendo também relacionadas a membrana mitocondrial. Enquanto a cadeia

lipofílica do fungicida é dissolvida na seção lipídica da membrana resíduos guanidina permanecem na fase aquosa e interagem com os fosfolipídios do grupo de fosfato (PRESTE, 2003).

Conforme Prestes (2003), os dois fungicidas do grupo de ação não-específica thiran e zinebe mostraram baixas atividades em altas dosagens no controle da *Botrytis allii*, *Penicillium italicum*, *Aspergillus niger* e *Cladosporium cucumerinum*, quando comparados com os de ação específica, benomil e imazalil.

#### Modo de ação dos agentes biocontroladores

Os mecanismos de interação dos agentes de biocontrole e os microrganismos patogênicos são divididos em: antibiose, competição, parasitismo, hipovirulência, predação e indução de defesa do hospedeiro. No entanto, um antagonista pode possuir mais de um mecanismo, característica essa que aumenta as chances de sucesso do controle biológico. A antibiose é definida como interação entre organismos na qual o antagonista produz uma ou mais substância tóxica com efeito danoso sobre outro organismo. Competição é a concorrência entre dois indivíduos pelo mesmo substrato, oxigênio e nutrientes. Parasitismo é a relação nutricional, onde um microrganismo vive e se alimenta sobre outro. A predação é a relação, onde o antagonista se alimenta do patógeno. Já a hipovirulência se refere à introdução de uma linhagem do patógeno menos agressiva ou apatogênica, que pode transmitir essa característica para as linhagens patogênicas, enquanto indução de defesa do hospedeiro é a interação onde os metabólitos produzidos pelo antagonista têm ação direcionada a planta hospedeira e não ao patógeno (BETTIOLE e GHINI, 1995).

Na seleção de antagonistas como agentes de biocontrole em alimentos, atenção deve ser dada a alguns problemas, como a reação pública à aplicação de 'fungicidas vivo' e, o uso de antagonistas cujo principal modo de ação é a produção de antibióticos, os quais podem se tornar resistentes a compostos terapêuticos potencialmente efetivos. Os antagonistas podem interagir diretamente com o patógeno. Antagonistas fúngicos como *Trichoderma*, atacam os patógenos pelo controle direto ou pela produção de antibióticos. A produção de glucanases ou quitinases pelo antagonista, durante a interação entre o agente biocontrolador e o patógeno, é indicada pela aparente dissolução da parede celular do micélio do patógeno no ponto de ligação entre este e o antagonista (WILSON et al., 1991).

O principal modo de ação das leveduras é por competição de nutrientes e espaço (DROBY e CHALUTZ, 1994). Portanto, as leveduras são capazes de colonizar a carposfera por um longo período a baixas condições de umidade, crescem rapidamente e são sensíveis aos

fungicidas (JANISIEWICZ, 1991). Estes organismos merecem atenção especial, uma vez que a sua atividade não depende da produção de metabólitos tóxicos, que poderia ter um impacto negativo tanto ao meio ambiente, como ao homem e animais. (SMILANICK, 1994).

#### Modo de ação dos controladores físicos

Os métodos de controle físico podem atuar diretamente sobre o patógeno como também, de forma indireta, afetando a fisiologia da fruta, retardando o amadurecimento e, conseqüentemente, mantendo a resistência da fruta (BENATO, 1999).

O controle de doenças pós-colheita mediante a temperatura em alguns casos podem afetar diretamente desenvolvimento dos patógenos, como as podridões causadas por *Mucor* spp. e *Rhizopus* spp. que são bastante semelhantes, porém a temperatura a 0°C controla a podridão causada por *Rhizopus*, e para controlar as podridões causadas por *Mucor* é a 5°C (BENATO; CIA e SOUZA, 2001).

## MEDIDAS ALTERNATIVAS DE CONTROLE

Com, a crescente restrição ao uso de fungicidas, por questões de segurança alimentar e impacto ambiental, tem estimulado o uso de métodos alternativos para controle de doenças pós-colheita (STEVENS et al., 1991). Possivelmente, estratégias de manejo que não proporcionem variações bruscas nos fatores do ambiente próximo ao fruto possam contribuir para a redução das perdas pós-colheita.

Uma das medidas de controle alternativas é o uso do 1-MCP apresentando-se num grande potencial para ser a mais eficiente e conveniente ferramenta para manejar os adversos do etileno em flores, frutos e hortaliças. O 1-MCP (C<sub>4</sub>H<sub>6</sub>) é um gás que compete por etileno pelo sítio de ligações nos receptores das membranas. Estes produtos estão sendo desenvolvidos para serem usados em pós-colheita de frutos, hortaliças e flores na formulação de pó solúvel, e apresenta a vantagem de não ser fitotóxico, além de aplicado em quantidade extremamente pequena (ppb). Pode ser aplicado imediatamente após a colheita, durante o armazenamento e o transporte. No entanto, o período de ação do 1-MCP é limitado, porém pode haver sucessivas aplicações na manutenção da qualidade de frutos por longos períodos (VILAS-BOAS, 2001).

Aliado ao incremento na vida útil pós-colheita de vários frutos testados, a aplicação desse produto assim como de outras substâncias inibidoras de ação de etileno, apresenta a vantagem de proteger o tecido e não apenas da

produção endógena de fitohormônios, mas também da exógena (FENG et al., 2000). Segundo Leverentz et al. (2003), teoricamente, frutos com grau de maturação retardada pelo 1-MCP seriam mais resistentes à deterioração por doenças.

No entanto, Ku; Wills e Ben-Yehoshua (1999) observaram que em frutos não climatéricos, o 1-MCP pode aumentar, reduzir ou não ter nenhum efeito no desenvolvimento de doenças em pós-colheita.

Terao et al. (2003) trabalhando com melão Cv. Orange flesh demonstraram haver interação altamente significativa entre os fatores: doses de 1-MCP e períodos de avaliação; doses de 1-MCP e incidência e entre doses de 1-MCP e severidade. Onde foi observada, nitidamente, diferença no desenvolvimento da doença entre a testemunha e os tratamentos com 1-MCP. Mostrando ser eficiente o 1-MCP no tratamento de doenças pós-colheita do melão.

No entanto, Jiang et al. (2001), afirmaram que dosagens elevadas de 1-MCP aceleraram o desenvolvimento de doenças em morango, em função da inibição da síntese de fenilalaninaamônia-liase (PAL) e de compostos fenólicos.

Outra medida de controle alternativa que vem sendo utilizada é a indução de resistência, a qual se propõe a controlar doenças de plantas com a vantagem de proteger o hospedeiro, não de um mais de uma gama de patógenos, dentre eles vírus, bactéria e fungos. Essa indução se baseia na ativação de respostas de defesa, que tem como objetivo evitar o estabelecimento do patógeno. Na década de 60, com o uso de indutores bióticos com proteção cruzada viral e uso de microorganismos não patogênicos a indução recebeu maior ênfase, e com o uso de indutores sintéticos efetivos contra vírus, bactérias e fungos, recebendo o nome de resistência sistêmica adquirida (RSA). A indução de resistência com indutores abióticos deve-se à capacidade de indução de resistência e manutenção da produção a partir da operação, até que seja totalmente expressa e de modo algum pela atividade antimicrobiana.

A RSA pode ser obtida através da utilização de indutores abióticos como: Bion (Éster S-metil do ácido benzol (1,2,3)-thiadiazole-7 carbotioico). Este é o único composto liberado para o uso em plantios comerciais, com potencial de induzir resistência sem causar problemas de fitotoxidez. Ele atua sobre o ácido salicílico (AS) de maneira independente, ativando o processo de sinalização e levando a expressão de genes relacionados à resistência sistêmica adquirida. Outro indutor usado é o Ácido DL-B amino-N- butírico ou BABA, este possui várias características que o classificam como ativador de resistência em plantas. Possui também habilidade de induzir resistência via AS, JÁ ou etileno, potencializar o acúmulo de PR-proteínas e induzir a reação de hiper sensibilidade (DONG e COHEN, 2002). Em plantas, o BABA tem proporcionado proteção contra vários patógenos (COHEN et

al.,1994). E o Ecolife 40, é um novo produto o qual é composto por Bioflavonóides cítricos, ácido ascórbico e fitoalexinas cítricas. O Ecolife melhora o aproveitamento de insumos, equilibrando o metabolismo de compostos fenólicos com a finalidade de induzir RSA em plantas, proporcionando menor índice de doenças em pré e pós-colheita, aumenta a resistência ao transporte, além de atuar contra estresses hídricos, fitotoxidez e granizo. Esse produto tem ação antioxidante atuando também como microbiostático, auxiliando no equilíbrio natural dos microrganismos, na pré e na pós-colheita de frutas e hortaliças. A função principal do Ecolife é induzir os tecidos das plantas a sintetizar suas próprias Fitoalexinas, que são responsáveis pela redução dos danos causados por patógenos.

Como medidas alternativas de manejo de doenças pós-colheita também têm sido empregados produtos naturais extraídos a partir de plantas com propriedades antibióticas, e que se mostraram eficiente no controle de patógenos. Como exemplificação, Oliveira (2001) trabalhando com diversos produtos naturais no controle de doenças pós-colheita de banana, verificou que o óleo vegetal (Natur'óleo) e extrato de frutos de sucupira branca (*Pterodon pubescens* Benth.) foram eficazes no controle da antracnose e retardaram o amadurecimento dos frutos.

Atualmente, grande atenção tem sido dada ao uso de produtos sanitizantes, que apresentem efeito no controle de doenças pós-colheita, sem risco à saúde humana. O Cloro, na forma de hipoclorito, tem sido bastante utilizado como agente sanitizante, todavia, seu uso foi reduzido em virtude do potencial de perigo que estes produtos de reações de cloração podem causar a saúde humana, além da rápida perda da ação fungistática na presença de substâncias orgânicas que modificam o pH da solução. Este produto é aprovado para o uso em lavagens de frutos e hortaliças, sendo um agente sanitizante seguro, mais estável e não corrosivo (MARI, et al., 1999).

Segundo Degani (1975) o dióxido de Cloro apresenta as vantagens de ser efetivo em pH neutro, desinfestante em meio ácido, não ser oxidante, mais solúvel que o cloro e não forma compostos halometanos. O dióxido de cloro é um efetivo agente antimicrobiano, bactericida, fungicida e algicida, com propriedades desodorizante e descorante.

Mari et al. (1999) observaram que a germinação de conídios de *Monilinia laxa* foi totalmente inibida por dióxido de cloro a 100µg/ mL, independente da duração do tratamento. Na dosagem de 50µg/ mL a germinação foi inibida após um minuto de contato com os conídios.

Vários patógenos em pós-colheita tem sido controlados pelo dióxido de carbono, tais como *Botrytis cinerea*, *Mucor piriformis* e *P. expansum* (SPOTTS e PETERS, 1980). Além disso, tem-se observado que concentrações biologicamente ativas de dióxido de cloro

podem contribuir de maneira eficaz na lavagem dos frutos, reduzindo os níveis de conídios, dispensando a utilização de pesticidas (MARI et al., 1999).

Os fumigantes, mostram boa eficiência no controle de patógenos em pós-colheita, porém sua utilização ainda é restrita, não vem sendo amplamente utilizado, apesar de possuir capacidade de penetrar em locais inacessíveis aos líquidos pesticidas e não possuir poder residual (BOND, 1973). Sholberg et al. (2004) trabalhando com pêras em condições experimentais constatou a eficiência da fumigação, utilizando o vapor de ácido acético em dosagens comerciais, no controle do mofo azul e cinzento causados por *Penicillium expansum* e *Botrytis cinerea*, respectivamente, e que seria possível utilizar este método em Packing-house.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRIGUETO, J.R. e KOSOSOKI, A.K. Alavanca para exportação. **Revista cultivar – hortaliças e frutas**, v. 4, p. 19-21. 1996
- BAPTISTA, G. C. **Curso de proteção de planta**. Toxicologia, meio ambiente e legislação. Brasília. ABEAS, 1999. 33p.
- BENATO, E.A. et al. Efeito do tratamento hidrotérmico no controle de podridões pós-colheita em maracujá-amarelo. **Summa Phytopathologica**, v.27, p.399-402, 2001.
- BENATO, E. A. Controle de doenças pós-colheita em frutos tropicais. **summa phytopathologica**, v. 25, n1, p. 90-93. 1999.
- BENATO, E. A., CIA, P.; SOUZA, N. L. Manejo de doenças de frutas pós-colheita. **Revisão anual de patologia de plantas**, v. 9, p. 403-440. 2001.
- BENATO, E.A. Indução de resistência no controle de doenças pós-colheita: frutas e hortaliças. In: REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE INDUÇÃO DE RESISTENCIA EM PLANTAS CONTRA FITOPATÓGENOS, 1., 2002, São Paulo. **Palestras. Piracicaba: ESALQ- USP**, 2002 p. 29-31.
- BERGAMIM FILHO, A.; AMORIM, L. **Doenças de plantas tropicais: epidemiologia e controle econômico**. São Paulo: Agrônômica Ceres, 289p. 1996.
- BETTIOL, W.; GHINI, R. In: KIMATI, H. (Ed.). **Manual de fitopatologia**. Controle biológico. 3 ed. São Paulo: Agrônômica Ceres, v. 1, 36p. 717-728. 1995

- BINOTTI, C. Setal. Efeito da radiação ultravioleta (UV-C) no controle de podridões pós-colheita de maracujá-amarelo. In: REUNIÃO TÉCNICA DE PESQUISA EM MARACUJAZEIRO, 3., 2002, Viçosa. **Resumos**. Viçosa: UFV, 2002.
- BLUM, L.E.B.; AMARANTE, C.V.T.; VALDEBENITO-SANHUEZA, R.M. *Cryptococcus laurentii* no manejo de *Penicillium expansum* em maçã. **Fitopatologia Brasileira**, v.26, p. 317, 2001. Suplemento.
- BOND, E.J. Chemical control of stored grain insects and mites. In: SINHA, R.N., MUIR, W.E. (Eds.), **Grain Storage: Part of a System**, Wesport, CT, USA: The AVI Publishing Co. Inc., 1973 p. 137-179.
- BRENT, K.J. **Fungicide resistance in crop pathogens: row can it be managed**. FRAC Monograph, n.1. 1995.
- CAMARGO, L.E.A.; BERGAMIN FILHO, A. Diagnose. In: KIMATI, H. (Ed.). **Manual de fitopatologia**. Controle genético. 3 ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1995. v. 1, 37, p. 692-709.
- COHEN, E. et al. Water loss: a nondestructive indicator of enhanced cell membrane permeability of chilling injured citrus fruit. **Horticulture Science**. v.119, 983-986. 1994.
- COUTINHO, E. F. et al. **A luz ultravioleta-C no controle de podridões pós-colheita de pêssegos (*Prunus persica* (L.) Batsch.) cv. Cerrito, produzidos segundo o sistema integrado (PIF)**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2001 (Embrapa Clima Temperado. Comunicado Técnico, 55).
- CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manejo**. 2 ed. Lavras: ESAL/FAEPE, 1990. 320p.
- CHITARRA, M.I.F. Fisiologia e qualidade de produtos vegetais. In: BORÉM, F.M. (coord.). 27., 1998, Poços de Caldas-MG. **ARMAZENAMENTO E PROCESSAMENTO DE PRODUTOS AGRÍCOLAS**. **Anais**. Lavras: UFLA/SBEA, 1998. p. 1-58.
- DEGANI. Divisão química. Anthium dioxide. Porto Alegre, 1975 (Boletim D30).
- DEZANET, A. et al. **Imersão de Maçãs em Suspensão de Levedura Reduz o Mofo Azul e não Afeta a Qualidade de Frutos Armazenados**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, Belém. 2002. Disponível em <http://www.congressobrasileirodefruticultura.com.br> Acesso em 15 out 2004.
- DONG, H.; COHEN, Y. Induced resistance in cotton seedlings against Fusarium wilt by dried biomass of *Penicillium chrysogenum* and its water extract. **Phytoparasitica**. v. 30, p. 1-11, 2002.
- DROBY, S., CHALUTZ, E. Mode of action of biocontrol agents of postharvest diseases. In: Wilson, C.L., Wisniewski, M.E. (Eds.), **Biological Control of Postharvest Diseases: Theory and Practice**. Boca Raton: CRC Press, 1994. p. 63-75.
- ECKERT, J.W.; OGAWA, J.M. The chemical control of postharvest diseases: subtropical and tropical fruits. **A annual review of phytopathology**. Palo Alto, v. 3, p. 421-454, 1985.
- FENG, X. et al. Control of ethylene responses in avocado fruit with 1-methylcyclopropene. **Postharvest Biology and Technology**. V. 20, p. 143-150, 2000.
- GHINI, R., BETTIOL, W. Diagnose. In: KIMATI, H. (Ed.). **Manual de fitopatologia**. Controle cultural. 3 ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1995. v. 1, 39, p. 786-803.
- JANISIEWICZ, W.J. Biological control of postharvest fruit disease. In: ARORA, D.K., RAI, B., KNUDSEN, G.R. (Eds.), **Handbook of Applied Micology**, Soil and Plants, 1991, vol. 1, Marcel Dekker, New York, p. 301-326.
- JIANG, Y.; JOYCE, D.C.; TERRY, L. A. 1-Methylcyclopropene treatment affects strawberry fruit decay. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 23, n.3, p.227-232, 2001.
- JONES, A.L.; ALDWINCKLE, H.S. **Compendium of apple and pear diseases**. St. Paul: APS, 1990. 100p
- JUNQUEIRA, N.T.V. Manejo integrado de doenças do maracujazeiro, mangueira e goiabeira. In: ZAMBOLIM, L. (Org.). **Manejo integrado: fruteiras tropicais – doenças e pragas**. Viçosa, MG: UFV, 2002. v.1. p.239-277.
- KADER, A.A.; ZAGORY, D.; KERBEL, E.L. Modified atmosphere packaging of fruits and vegetable. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, Boca Raton, v.28, n.1, p.1-30, 1989.
- KADER, A. A. (ed.). **Postharvest technology of horticultural crops**. Oakland: Divisão of Agricultural and Natural Resources, 2ed. California: university of California, 1992. 296p.
- KIMATI, H.; BERGAMIN FILHO A. Diagnose. In: KIMATI, H. (Ed.). **Manual de fitopatologia**. Princípios

- gerais de controle. 3 ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1995. v. 1, 34, p. 692-709.
- KIMATI, H. et al. **Manual de fitopatologia**. Controle químico. 3 ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1995. v. 1, 38, p. 761-785.
- KOLLER, W. Chemical approach to managing plant pathogens. In: Ruberson, Jr. (Ed.). **Handbook of integrated pest management**, New York: Dekker, p. 1-38, 1998.
- KU, V.V.V.; WILLS, R.B.H.; BEN-YEHOSHUA, S. 1-methylcyclopropene can differentially affect the postharvest life of strawberries exposed to ethylene. *HortScience*. v. 34, p. 119-120, 1999.
- LANGE, D.D., CAMERON, A.C. Postharvest shelf life of sweet basil (*Ocimum basilicum*). **Hort. Science**. v29, p.102-103. 1994
- LEVERENTZ, B. et al. Effect of combining MCP treatment, heat treatment and biocontrol on the reduction of postharvest decay of 'Golden Delicious' apples. **Postharvest Biology and Technology**. v. 27, n.3, p.221-233, 2003.
- LIMA, M. A.; DURIGAN, J. F. Conservação de goiabas 'Pedro Sato', associando-se refrigeração com diferentes embalagens plásticas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 22, p. 232-236. 2000.
- MADRID, M.; LOPEZ-LEE, F. Differences in ripening characteristics of controlled atmosphere or air-stored bananas. **Acta Horticulturae**, Leuven, n.464, p.357-362, 1996.
- MARI, .M. et al. Peracetic acid and chlorine dioxide for postharvest control monilinia laxa in stone fruits. **Plant disease**, v. 83, p. 773-776, 1999.
- MARTINS, D. do S. et al. Normas técnicas e documentos de acompanhamento da produção integrada de mamão. Vitória-ES: INCAPER, documentos, 120, 2003.
- MORANDIR, M.M.B. Avanços no controle biológico de doenças em pós-colheita. In: SIMPÓSIO DE CONTROLE DE DOENÇAS DE PLANTAS, 2., Lavras. **Anais**. Lavras UFLA, 2002. p. 71-78.
- NISPEROS, M.O.; BALDWIN, E.A. Edible coatings for whole and minimally processed fruits and vegetables. **Food Australia**, v. 48, n.1, p.27-31, 1996.
- PINTO, N. F. J. de A. Patologia de sementes de milho. Sete Lagoas: EMBRAPA-CNPMS, 1998. 44p. (EMBRAPA-CNPMS, Circular Técnica, 29)
- PRESTES, A. M. Fungicidas: mecanismos de ação e resistência. Parte 1: fungicidas com mecanismo de ação não-específica. **Revisão anual de patologia de planta**. v. 11, p. 43-69. 2003.
- PRUSKY, D.; KEEN, N. Involvement of preformed antifungal compounds in the resistance of subtropical fruits to fungal decay. **Plant disease**, St. Paul, v. 77, n. 2, p. 114-119, 1993.
- PRUSKY, D. Pathogen quiescence postharvest diseases. **Annual review of phathopatlogy**, Palo alto, v. 34, p. 413-434, 1996.
- REIS, E. M.; CASA, R. T.; BRESOLIN, A. C. R. **Manual de diagnose e controle do milho**. 2ed. Ver. Atual. Lages: Graphel, 2004. 144p.
- RITZINGER, C.H.S.P. et al. **Mamão Fitossanidade**. Cruz das almas, Ba: Embrapa mandioca e fruticultura, 2000. 91 p. (Frutas do Brasil; 11).
- RODOV, V. et al. Ultraviolet illumination induces scoparone production in kumquat and orange fruit and improves decay resistance. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v. 117, n. 5, p. 788-792, 1992.
- RUSHING, J.W. Identification of potential impact-injury locations on peach and apple packinglines with an instrumented sphere. **Proceedings of the Florida State Horticultural Society**, Orlando, v.108, p.306-608, 1995.
- SANHUEZA, R.M.V.; MAIA L. **Utilização da luz ultravioleta (UV-C) na proteção de maçãs Fuji da podridão por *Penicillium expansum***. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2001. 20p. (Embrapa Uva e Vinho. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 10).
- SHOLBERG, P. L. et al. Use of measured concentrations of acetic acid vapour to control postharvest decay in d'Anjou pears. **Postharvest Biology and Technology**, v. 32, p. 89-98, 2004.
- SMILANICK, J.L. Strategies for the isolation and testing of biocontrol agents. In: Wilson, C.L., Wisniewski, M.E. (Eds.), **Biological Control of Postharvest Diseases: Theory and Practice**. Boca Raton: CRC Press. 1994. p. 25-42.

SOMMER, N.F.; Postharvest handling practices and postharvest diseases of fruit. **Plant disease**. v. 66, p. 357-364. 1982.

SPOTTS, R.A.; PETERS, B.B. Chlorine and chlorine dioxide for control of d'Anjou pear decay. **Plant disease**, v. 64, p. 1095-1067, 1980.

STEVENS, C. et al. Ultraviolet light induced resistance against postharvest diseases in vegetables and fruits. In: WILSON, C.; CHALUTZ, E. (Ed.). **Biological control of postharvest diseases of fruits and vegetables**. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture, 1991. p.268-290.

TANAKA, M.A.S. Efeito de *Trichoderma* sp. no controle de *Colletotrichum gossypii* var. *cephalosporioides* em sementes de algodão armazenadas em diferentes condições. **Summa Phytopathologica**, v.20, p.189-195, 1994.

VALDEBENITO-SANHUEZA, R.M. & CATTANIO, M.E. Controle biológico de *Penicillium expansum* em pós-colheita de maçãs 'Fuji'. **Fitopatologia Brasileira** v.26, p.445. 2001. (Resumo).

VENTURA, J.A. et al. Impacto da produção integrada de fruteiras na redução do uso de agroquímicos. In: ZAMBOLIM, L. (ed.). **Manejo integrado de doenças e pragas: produção integrada de fruteiras tropicais**. Viçosa-MG: UFV, 2003. p. 37-59.

VILAS-BOAS, E.V. de B. KADER, A.A. Effect of 1-MCP on fresh fruits. *Perishable handling quarterly*, n. 108, 2001, p. 25-25.

WATADA, A.E., QI, L. Quality of fresh-cut produce. **Postharvest Biology Technical**. n.15, v.3, p.201-205. 1999.

WILSON, C. L.; et al. Biological control of postharvest diseases of fruits and vegetable: alternatives to synthetic fungicides. **Crop prot**. v.10, p. 172-177, 1991.

ZACARÍAS, L. Etileno. In: AZCÓN-BIETO, J.; TALÓN, M. (Ed.). **Fisiología e bioquímica vegetal**. S.l.: McGraw-Interamericana, 1993. p. 343-356.

ZAMBOLIM L. (ed.). **Manejo integrado: Fruteiras tropicais – doenças e pragas**. Viçosa: UFV, 2002. cap. 1, p. 1-30.